

Расчет зоны затопления при паводках и стихийных бедствиях для мостового перехода через реку Бира

К.А. Бархатов, А.И. Лукьянов

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск

Аннотация: В статье приведена схема зоны возможного затопления для участка, прилегающего к мостовому переходу через реку Бира. Расчеты выполнены на основе данных топографической съемки района исследований в специализированной программе «Морфоствор 1». На основании построенного морфоствора была определена зона затопления при расчетном уровне высоких вод обеспеченностью 1%, которая составила 55.05 метров в Балтийской системе высот 1977 года. На основании полученных данных было отмечено затопление правобережной поймы р. Бира, но непосредственно до территории села, зона затопления не доходит. Построенная зона затопления несет схематический характер и предназначена для визуализации гидрологической обстановки на исследуемом участке, данную зону затопления нельзя использовать для проектных решений.

Ключевые слова: зона затопления, расчётный уровень высоких вод, мостовой переход, морфоствор, р. Бира.

В последние годы частота и масштабы различных стихийных бедствий неуклонно растут [1-3]. Это также касается наводнений и паводков, в том числе на малых реках, что в свою очередь несет риски неблагоприятных последствий для различных сфер [4, 5]. Экономические, экологические, социальные проблемы связанные с гидрометеорологическими явлениями требуют современных мер оценки, для прогнозирования возможных последствий чаще всего применяют математические методы, в том числе с использованием различных программных комплексов, такой опыт есть в России [6, 7], так и за рубежом [8, 9]. В случае мостовых переходов также существует риск его разрушения или повреждения [10].

Объектом исследования являлся мостовой переход через реку Бира, вблизи села Лермонтовка Бикинского района Хабаровского края.

Длина реки составляет 61 км, площадь водосборного бассейна – 947 км², общее падение реки Бира от истока до устья – 236 м, средний уклон 3,9 ‰. Ширина реки в среднем составляет 20-30 м (наибольшая – 45 м). Глубина реки

изменяется от 0,2 до 2 м, преобладает 0,4-0,8 м. Скорости течения воды на перекатах 1,5-2,5 м/с, на участках со спокойным течением от 0,7 до 1 м/с.

Река образуется слиянием Правой илевой Бира, стекающих с западных отрогов гор Сихотэ-Алиня. Впадает в Уссури справа, в 173-х км от её устья, западнее села Лермонтовка. Сток в течение года распределен крайне неравномерно: почти 99 % годового объёма проходит в тёплый период.

В основе исходных данных для построения зоны затопления участка мостового перехода лежит топографическая съёмка исследуемого района. Немаловажным аспектом определения расчетных гидрологических характеристик для построения зоны возможного затопления, является гидрологическая и метеорологическая изученность района исследований. Район объекта исследований является изученным в гидрологическом и метеорологическом отношении.

Для определения зоны затопления необходимо знать расчетный уровень высоких вод для исследуемого водного объекта, в данном случае реки Бира, определенной обеспеченности в зависимости от категории изучаемого объекта. Первым шагом в данном исследовании было определение расчетных расходов воды. Расходы в расчетном створе мостового перехода были приняты по данным водомерного поста р.Бира - с.Лермонтовка (код пункта наблюдения: 5319), который расположен ниже по течению реки Бира, относительно объекта исследования. Расчетный расход воды, 1% обеспеченностью был принят равным 501 м³/с.

В составе полевых работ были занивилирован морфоствор (рис. 1), по которому был рассчитан расчетный уровень высоких вод (РУВВ) 1% для мостового перехода в специализированной программе Кредо «Морфоствор 1».

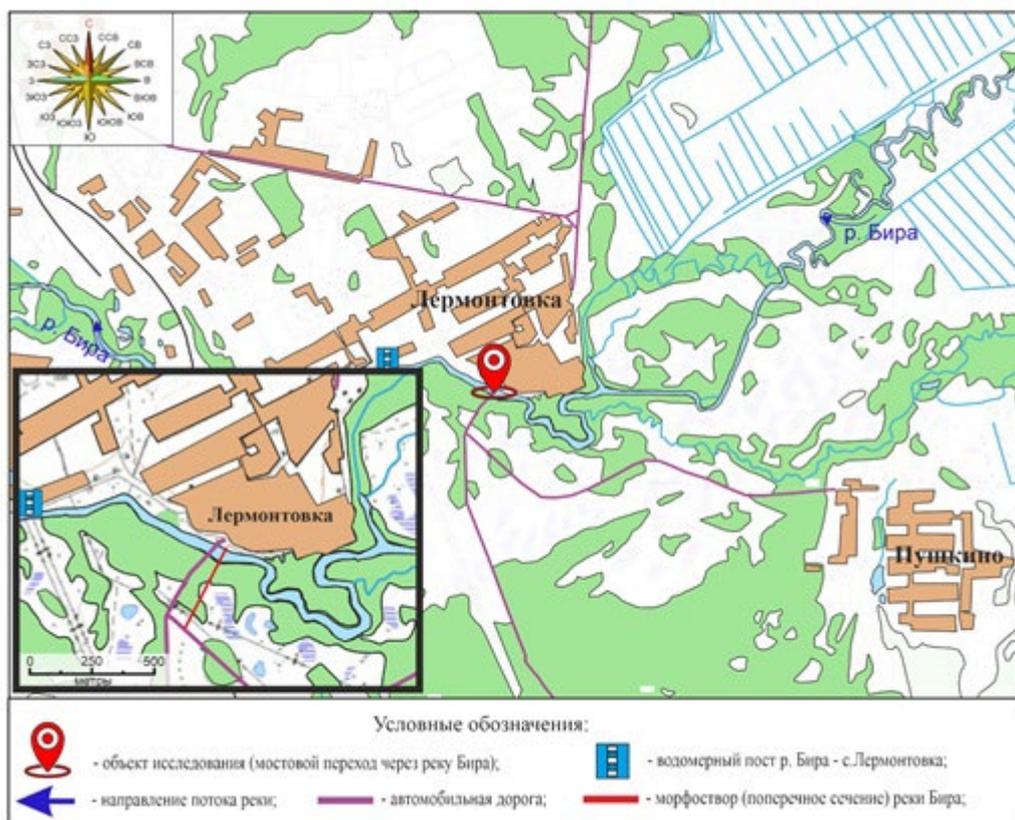


Рис. 1. – Схема морфометрических работ в районе объекта исследования

Программа «Морфоствор 1» служит для автоматизации обработки гидрологических данных по морфостворам рек. Программа рассчитывает морфоствор реки - горной или равнинной - при любых топографических параметрах речной долины. Область применения - изыскания при проектировании мостовых переходов.

Программа решает, как прямую задачу - определение расходов, средних скоростей течения воды и площадей живого сечения (по участкам и по морфоствору) для заданного расчетного уровня (рис.2), так и обратную - определение расчетных уровней для заданных расходов воды. Кроме того, производится отрисовка продольного профиля морфоствора по расчетным характеристикам.

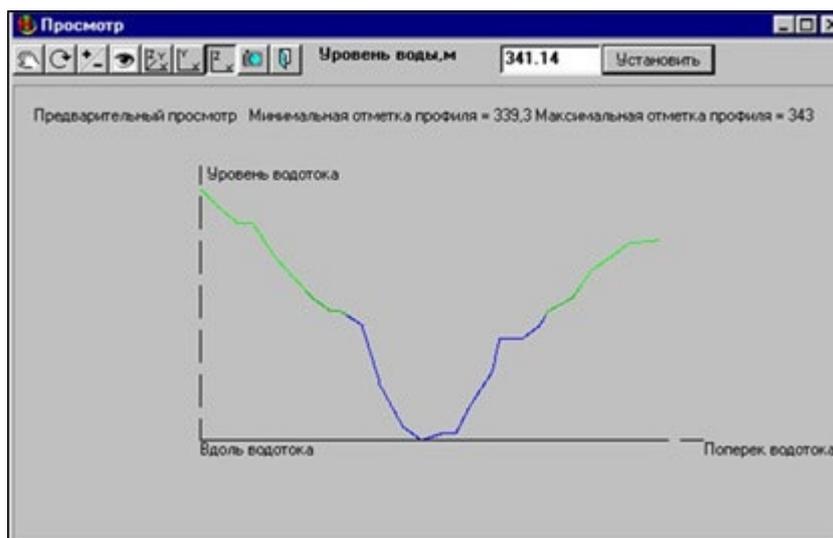
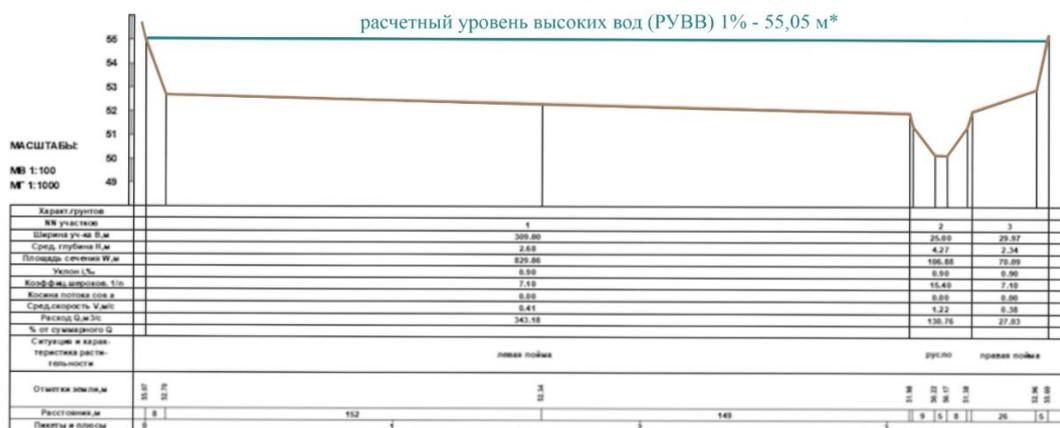


Рис. 2. – Визуализация интерфейса программы МОРФОСТВОР 1

Пользователи смогут отметить такое важное преимущество продукта, как получение двумерного изображения морфоствора, причем с возможностью динамического изменения уровня воды. При этом для работы с «Морфоствор 1» не потребуются специальные компьютерные знания. Достаточно владеть основными навыками, в том числе по работе в графической среде AutoCAD версии от 14 до 2014. Построенный в программе «Морфоствор 1» представлен на рис. 3.



*Балтийская система высот 1977 года (БС-77)

Рис. 3. – Морфоствор (поперечное сечение) реки Бира в районе объекта исследований построенный в программе «Морфоствор 1»

Исходными данными для построения морфоствора служат отметки урезов реки Бира, которые были зановилированы при производстве полевых работ. Помимо отметок урезов, в качестве исходных данных требуются расчетные расходы в створе участка, которые были полученными при определении исходных гидрологических параметров.

На основании построенного морфоствора была определена зона затопления при уровне РУВВ 1% 55.05 мБС-77 в границах топографической съемки. Топографическая съемка определяется при производстве инженерно-геодезических изысканий. Отметки рельефа, которые находятся на уровне, ниже расчетной отметки Уровня высоких вод, следовательно, попадают в зону затопления, следовательно, на основании топографической съемки и РУВВ 1% можно построить Зону затопления. Графическое изображение зоны затопления представлено на рис. 4.



Рис. 4. – Схематичное изображение зоны затопления при РУВВ 1%

В результате определения зоны затопления, был проведен анализ и произведена оценка затопляемости территории села Лермонтовка паводковыми водами реки Бира и при стихийных бедствиях. На основании

полученных данных было отмечено затопление правобережной поймы р. Бира, но непосредственно до территории села, зона затопления не доходит, следовательно, паводковые воды реки Бира не способны оказать влияние на жилую застройку села Бира и инфраструктуру в целом. Построенная зона затопления несет схематический характер и предназначена для визуализации гидрологической обстановки на исследуемом участке, данную зону затопления нельзя использовать для проектных решений, так как Полноценная зона затопления определяется по результатам гидравлических расчетов пропускной способности моста, которые определяются на основании проектных решений, принятых при проектировании. Схематичная зона затопления имеет технический запас и рассматривает наихудший вариант, когда пролетов моста не хватает для максимальной пропускной способности, следовательно, при наиболее благоприятных условиях зона затопления только уменьшится и вывод о невозможности затопления села Лермонтовка паводковыми водами реки Бира не теряет силу.

Литература

1. Акимов В.А. Моделирование и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного характера. XXI век. Техносферная безопасность. 2024. №1 (33). URL: cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-i-prognozirovanie-chrezvychaynyh-situatsiy-prirodnogo-haraktera.
2. Козлов К.А., Луценко А.Н. Риски гидрологических чрезвычайных ситуаций. Форум молодых ученых. 2023. №6 (82). URL: cyberleninka.ru/article/n/riski-gidrologicheskikh-chrezvychaynyh-situatsiy.
3. Юлия А.И., Муслимат А.А. Современные глобальные проблемы окружающей среды и природопользования. Вестник экономической безопасности. 2023. № 5. URL: cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-globalnye-problemy-okruzhayushey-sredy-i-prirodopolzovaniya.



4. Глушко А.Я. Особенности управления затопляемыми земельными ресурсами Юга России. Инженерный вестник Дона. 2012. №4-2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1415.

5. Сергеева Г.А., Волобуева Л.Л., Кривошеева Е.А. Долгосрочный прогноз развития и направления изучения селевых явлений на горной территории Карачаево-Черкесии. Меры защиты от селей. Инженерный вестник Дона. 2012. №4-1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1155.

6. Алёшин В.С., Онищенко А.А. Математическое моделирование процессов в водохранилище на реке Эшкакон и ее практическая значимость. Инженерный вестник Дона. 2012. №4-1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1064.

7. Жунусова О.Р., Нестерова Н.В., Макарьева О.М. Моделирование максимальных характеристик стока малых рек горной криолитозоны на основе данных плювиографов. Арктика и Антарктика. 2024. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-maksimalnyh-harakteristik-stoka-malyh-rek-gornoy-kriolitozony-na-osnove-dannyh-plyuviografov.

8. Kumar, V.; Sharma, K.V.; Caloiero, T.; Mehta, D.J.; Singh, K. Comprehensive Overview of Flood Modeling Approaches: A Review of Recent Advances. Hydrology 2023, 10, 141. URL: doi.org/10.3390/hydrology10070141.

9. Qi, W., Ma, C., Xu, H. et al. A review on applications of urban flood models in flood mitigation strategies. Nat Hazards 108, 31–62 (2021). URL: doi.org/10.1007/s11069-021-04715-8.

10. Макаров А.В., Гулуев Г.Г., Журавлев А.В. Разрушение мостов как следствие паводкового бедствия. Инженерный вестник Дона. 2019. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5673.

References

1. Akimov V.A. XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2024. №1 (33). URL: cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-i-prognozirovanie-chrezvychaynyh-situatsiy-prirodnogo-haraktera.
2. Kozlov K.A., Lutsenko A.N. Forum molodykh uchenykh. 2023. №6 (82). URL: cyberleninka.ru/article/n/riski-gidrologicheskikh-chrezvychaynyh-situatsiy.
3. Yuliya A.I., Muslimat A.A. Vestnik ekonomicheskoy bezopasnosti. 2023. №5. URL: cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-globalnye-problemy-okruzhayushey-sredy-i-prirodopolzovaniya.
4. Glushko A.YA. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. №4-2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1415.
5. Sergeyeva G.A., Volobuyeva L.L., Krivosheyeva E.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. №4-1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1155.
6. Alëshin V.S., Onishchenko A.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. №4-1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1064.
7. Zhunusova O.R., Nesterova N.V., Makar'yeva O.M. Arktika i Antarktika. 2024. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-maksimalnyh-harakteristik-stoka-malyh-rek-gornoy-kriolitozony-na-osnove-dannyh-plyuviografov.
8. Kumar, V.; Sharma, K.V.; Caloiero, T.; Mehta, D.J.; Singh, K. Hydrology 2023, 10, 141. URL: doi.org/10.3390/hydrology10070141
9. Qi, W., Ma, C., Xu, H. et al. Nat Hazards 108, 31–62 (2021). URL: doi.org/10.1007/s11069-021-04715-8
10. Makarov A.V., Guluyev G.G., Zhuravlev A.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5673.

Дата поступления: 13.07.2025

Дата публикации: 25.08.2025